

## 明 細 書

### タンク内液体の漏れ検知装置

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、タンク内液体の漏れ検知装置に関するものであり、特にタンクからの液体漏れをタンク内液体の液位変動に基づく流動に変換して検知する装置に関する。

#### 背景技術

- [0002] 燃料油や各種液体化学品などはタンク内に貯蔵されている。例えば、近年では、集合住宅における集中給油システムが提案されており、このシステムでは集中灯油タンクから配管を通じて各住戸に燃料用灯油が供給される。
- [0003] タンクは経時劣化により亀裂を生ずることがあり、この場合にはタンク内液体がタンク外へと漏れ出す。このような事態をいち早く検知して適切に対処することは、引火爆発又は周囲環境汚染又は有毒ガス発生などを防止するために重要である。
- [0004] タンク内液体の漏れをできるだけ早く検知する装置として、特開2003-185522号公報(特許文献1)には、タンク内の液体が導入される測定管と該測定管の下方に位置する測定細管とを備え、該測定細管に付設したセンサ部を用いて測定細管内の液体の流量を測定することで、タンク内液体の微小な液面変動即ち液位変化を検知するようにしたものが開示されている。
- [0005] この漏れ検知装置では、測定細管に付設されたセンサとして傍熱式流量計が使用されている。この流量計では、通電により発熱体を発熱させ、その発熱量のうちの一部を液体に吸収させ、この液体の吸熱量が液体の流量に応じて異なることを利用し、この吸熱の影響を感温体の温度変化による電気的特性値例えば抵抗値の変化により検知している。
- [0006] しかしながら、上記特許文献1に記載の漏れ検知装置に使用されている傍熱式流量計は、流量値が例えば1ミリリットル/h以下の極微量の領域では流量変化に対する電気回路出力の変化が小さくなるため、流量測定値の誤差が大きくなる傾向にある。このため、漏れ検知の精度の向上には限界があった。
- [0007] ところで、上記の漏れ検知に際しては、発熱体への通電のための電源として外部商

用電源を使用すると、外部から漏れ検知装置のセンサへと電源配線を敷設することが必要となる。このような電源配線は、長期使用のうちには、特に漏れ検知装置の構造部への取り入れ部分において漏電を生ずる可能性がある。液体が可燃性のものである場合又は電気伝導性を持つものである場合には、漏れ検知装置の構造部に付着した液体に対して漏電に基づく引火又はショートなどを引き起こすことがある。

[0008] このような観点からは、特に液体が可燃性又は電気伝導性のものである場合には、センサの発熱体の電源として漏れ検知装置の構造部内に内蔵された電池を利用するのが好ましい。その場合、できるだけ長い期間にわたって電池交換することなく漏れ検知を実施するためには、漏れ検知装置の消費電力の低減が望ましい。

[0009] 更に、タンク内液体の漏れは液位変動の大きさに基づき検知することができる。この液位変動の測定には、圧力センサを用いることができる。ところで、圧力センサによる液位検知は、検知される液圧を液面から圧力センサまでの深さに換算するものであるため、その換算の際には被測定液体の比重が関与する。従って、比重が一定の被測定液体(例えば水)のみについて漏れ検知を行う場合には、予め当該液体の比重値を換算プログラムに入力しておくことで、圧力センサの出力に基づき直ちに液位値を得ることができ、これに基づき精度よく漏れ検知を行うことができる。

[0010] しかしながら、被測定液体が燃料油(ガソリン、ナフサ、灯油、軽油または重油)等の多数の有機化合物の混合組成物である場合には、同種の燃料油例えば灯油であっても、精製時の灯油留出条件によって化合物組成が異なり従って比重の異なる(例えば比重差0.05)数多くの灯油が存在する。

[0011] 従って、タンクに収容された例えば灯油について漏れ検知を行う場合には、漏れ検知装置において液圧から液位への換算プログラムに液体比重値として標準的な灯油の比重値を使用していても、実際にタンク内に収容されている灯油が標準的灯油とは異なる比重のものであるときには、換算による誤差が生ずる。タンク内の灯油の残量が少なくなると、新たに灯油を補充するが、その際の補充灯油は様々なものであり、従ってタンク内灯油の比重は灯油補充の度に変化することもある。かくして、灯油などの混合組成物の漏れ検知の場合には、以上のような換算誤差を含んで液位測定がなされることが多くなり、漏れ検知の精度が低下する傾向にある。

特許文献1: 特開2003-185522号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0012] そこで、本発明の目的の1つは、漏れ検知を継続して実施でき且つ消費電力低減の可能な漏れ検知装置を提供することにある。

[0013] また、本発明の目的の他の1つは、極微量の漏れを検知することの可能なタンク内液体の漏れ検知装置を提供することにある。

[0014] また、本発明の目的の他の1つは、圧力センサにより測定される液位の変動によりタンク内液体の漏れを検知する際の検知精度の高められたタンク内液体の漏れ検知装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、  
タンク内の液体の漏れを検知する装置であって、  
前記タンク内の液体が下端から導入出される測定細管と、  
該測定細管の上端に接続され且つ前記測定細管より断面積が大きな測定管と、  
前記測定細管に付設され、前記測定細管に沿って順に配置された第1の温度センサ、ヒータ及び第2の温度センサを含んでなる、前記測定細管内の液体の流量を測定するためのセンサ部と、  
該センサ部に接続された漏れ検知制御部とを備えており、  
該漏れ検知制御部は、前記ヒータに単一パルス電圧を印加するパルス電圧発生回路と、前記第1の温度センサ及び第2の温度センサに接続され且つこれら温度センサにより感知される温度の差に対応する出力を生ぜしめる漏れ検知回路とを有しており、  
前記パルス電圧発生回路による前記ヒータへの単一パルス電圧の印加に応じて前記漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差を積分することで前記液体の流量に対応する流量対応値を算出し、これに基づき前記タンク内の液体の漏れを検知することを特徴とする、タンク内液体の漏れ検知装置、  
が提供される。

[0016] 本発明の一態様においては、前記単一パルス電圧はパルス幅が2〜10秒であり、

前記流量対応値は前記漏れ検知回路の出力を20〜150秒にわたって積分したものである。本発明の一態様においては、前記パルス電圧発生回路は前記単一パルス電圧を40秒〜5分但し前記漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差の積分時間より長い時間の間隔をおいて前記ヒータに印加する。本発明の一態様においては、前記漏れ検知制御部は前記流量対応値が所定範囲内にある場合に漏れ検知信号を発する。

- [0017] 本発明の一態様においては、前記測定管の上部に回路収容部が取り付けられており、該回路収容部内に前記漏れ検知制御部が配置されている。本発明の一態様においては、前記第1の温度センサ及び第2の温度センサは何れも前記測定細管の外面と接触する熱伝達部材とこれに接合された感温体とを備えており、前記ヒータは前記測定細管の外面と接触する熱伝達部材とこれに接合された発熱体とを備えている。
- [0018] また、本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、  
タンク内の液体の漏れを検知する装置であって、  
前記タンク内の液体が下端から導入出される測定細管と、  
該測定細管の上端に接続され且つ前記測定細管より断面積が大きな測定管と、  
前記測定細管に付設され、前記測定細管に沿って順に配置された第1の温度センサ、ヒータ及び第2の温度センサを含んでなる、前記測定細管内の液体の流量を測定するための流量センサ部と、  
前記液体の液位を測定するための圧力センサと、  
前記流量センサ部及び圧力センサに接続された漏れ検知制御部とを備えており、  
該漏れ検知制御部は、前記ヒータに電圧を印加する電圧発生回路と、前記第1の温度センサ及び第2の温度センサに接続され且つこれら温度センサにより感知される温度の差に対応する出力を生ぜしめる漏れ検知回路とを有しており、前記漏れ検知回路の出力を用いて算出される前記液体の流量に対応する流量対応値に基づき前記タンク内の液体の漏れを検知する第1の漏れ検知と前記圧力センサにより測定される液位の時間変化率の大きさに基づき前記タンク内の液体の漏れを検知する第2の漏れ検知とを行い、該第2の漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが

所定範囲内の時には当該第2の漏れ検知の結果を出力し、前記第2の漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の下限より小さい時には前記第1の漏れ検知の結果を出力し、前記第2の漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の上限を越える時には漏れに関する出力を停止することを特徴とする、タンク内液体の漏れ検知装置、  
が提供される。

[0019] 本発明の一態様においては、前記漏れ検知制御部は、前記第2の漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の上限を越える時には、所定時間、前記第1の漏れ検知を停止する。本発明の一態様においては、前記漏れ検知制御部は、前記第2の漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の上限を越える時には、前記所定時間、前記電圧発生回路及び漏れ検知回路の動作を停止させる。

[0020] 本発明の一態様においては、前記電圧発生回路は前記ヒータに単一パルス電圧を印加するパルス電圧発生回路であり、前記漏れ検知制御部は、前記パルス電圧発生回路による前記ヒータへの単一パルス電圧の印加に応じて前記漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差を積分することで前記液体の流量に対応する流量対応値を算出し、これに基づき前記タンク内の液体の漏れを検知する。本発明の一態様においては、前記単一パルス電圧はパルス幅が2〜10秒であり、前記流量対応値は前記漏れ検知回路の出力を20〜150秒にわたって積分したものである。本発明の一態様においては、前記パルス電圧発生回路は前記単一パルス電圧を40秒〜5分但し前記漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差の積分時間より長い時間の間隔において前記ヒータに印加する。

[0021] 本発明の一態様においては、前記電圧発生回路は前記ヒータに一定の電圧を印加する定電圧発生回路である。

[0022] 本発明の一態様においては、前記漏れ検知制御部は前記液位の時間変化率を2〜10秒毎に算出する。

[0023] 本発明の一態様においては、前記測定管の上部に回路収容部が取り付けられており、該回路収容部内に前記漏れ検知制御部が配置されている。本発明の一態様

においては、前記圧力センサは前記測定細管の下端の近傍に配置されている。本発明の一態様においては、前記第1の温度センサ及び第2の温度センサは何れも前記測定細管の外表面と接触する熱伝達部材とこれに接合された感温体とを備えており、前記ヒータは前記測定細管の外表面と接触する熱伝達部材とこれに接合された発熱体とを備えている。

[0024] 更に、本発明によれば、以上の如き目的を達成するものとして、

タンク内の液体の漏れを検知する装置であって、

前記タンク内の液体が下端から導入出される測定細管と、

該測定細管の上端に接続され且つ前記測定細管より断面積が大きな測定管と、

前記測定細管に付設され、前記測定細管に沿って順に配置された第1の温度センサ、ヒータ及び第2の温度センサを含んでなる、前記測定細管内の液体の流量を測定するための流量センサ部と、

前記液体の液位を測定するための圧力センサと、

前記流量センサ部及び圧力センサに接続された漏れ検知制御部とを備えており、

該漏れ検知制御部は、前記ヒータに電圧を印加する電圧発生回路と、前記第1の温度センサ及び第2の温度センサに接続され且つこれら温度センサにより感知される温度の差に対応する出力を生ぜしめる漏れ検知回路と、前記測定管の上部に設けられた開閉弁とを有しており、前記開閉弁を閉じた状態で前記漏れ検知回路の出力を用いて算出される前記液体の流量に対応する流量対応値に基づき前記タンク内の液体の比重を検知し、これにより得られる比重値を用いて前記圧力センサによる前記液位の測定を行い、該液位の時間変化率の大きさに基づき前記タンク内の液体の漏れを検知することを特徴とする、タンク内液体の漏れ検知装置、

が提供される。

[0025] 本発明の一態様においては、前記漏れ検知制御部は、前記液体の比重を複数回検知し、これにより得られる複数の値の平均値を前記比重値として用いて前記液位の測定を行う。本発明の一態様においては、前記漏れ検知制御部は、前記比重値が所定の液種につき予め定められた特定の範囲内にある場合にのみ、得られた前記比重値を前記液位の測定に利用し、前記比重値が前記特定の範囲外にある場合

にはエラー処理する。

- [0026] 本発明の一態様においては、前記タンク内液体の漏れ検知装置は更に前記液体の温度を測定するための第3の温度センサを備えており、前記漏れ検知制御部は、更に前記第3の温度センサに接続されており、前記比重検知において標準温度比重検量線を用いて比重値を得、この比重値を前記第3の温度センサにより測定される前記液体の実際の温度での比重値に換算し、この換算された比重値を前記液位の測定に用いる。
- [0027] 本発明の一態様においては、前記漏れ検知制御部は、更に、前記開閉弁を開いた状態で前記漏れ検知回路の出力を用いて算出される前記液体の流量に対応する流量対応値に基づき前記タンク内の液体の漏れを検知する微小漏れ検知を行い、前記漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが所定範囲内の時には当該漏れ検知の結果を出力し、前記漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の下限より小さい時には前記微小漏れ検知の結果を出力し、前記漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の上限を越える時には漏れに関する出力を停止する。
- [0028] 本発明の一態様においては、前記漏れ検知制御部は、前記漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の上限を越える時には、所定時間、前記微小漏れ検知を停止する。本発明の一態様においては、前記漏れ検知制御部は、前記漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の上限を越える時には、前記所定時間、前記電圧発生回路及び漏れ検知回路の動作を停止させる。
- [0029] 本発明の一態様においては、前記電圧発生回路は前記ヒータに単一パルス電圧を印加するパルス電圧発生回路であり、前記漏れ検知制御部は、前記パルス電圧発生回路による前記ヒータへの単一パルス電圧の印加に応じて前記漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差を積分することで前記液体の流量に対応する流量対応値を算出する。本発明の一態様においては、前記単一パルス電圧はパルス幅が2〜10秒であり、前記流量対応値は前記漏れ検知回路の出力を20〜150秒にわたって積分したものである。本発明の一態様においては、前記パルス電圧発生回路

は前記単一パルス電圧を40秒〜5分但し前記漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差の積分時間より長い時間の間隔において前記ヒータに印加する。本発明の一態様においては、前記漏れ検知制御部は前記液位の時間変化率を2〜10秒毎に算出する。

- [0030] 本発明の一態様においては、前記測定管の上部に回路收容部が取り付けられており、該回路收容部内に前記漏れ検知制御部が配置されている。本発明の一態様においては、前記圧力センサは前記測定細管の下端の近傍に配置されている。本発明の一態様においては、前記第1の温度センサ及び第2の温度センサは何れも前記測定細管の外面と接触する熱伝達部材とこれに接合された感温体とを備えており、前記ヒータは前記測定細管の外面と接触する熱伝達部材とこれに接合された発熱体とを備えている。

#### 発明の効果

- [0031] 本発明によれば、パルス電圧発生回路によるヒータへの単一パルス電圧の印加に応じて漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差を積分することで測定細管内の液体の流量に対応する流量対応値を算出し、これに基づきタンク内の液体の漏れを検知するので、漏れ検知を長期にわたり継続して実施でき且つ消費電力低減が可能となる。従って、ヒータの電源として漏れ検知装置の構造部内に内蔵された電池を利用し、長期間にわたって電池交換することなく漏れ検知を実施することが可能になる。
- [0032] また、本発明によれば、測定細管に沿って順に第1の温度センサ、ヒータ及び第2の温度センサを配置し、ヒータを発熱させて第1及び第2の温度センサにより感知される温度の差に対応する漏れ検知回路出力を用いて算出される流量対応値に基づきタンク内液体の漏れを検知する第1の漏れ検知と、圧力センサにより測定される液位の時間変化率の大きさに基づきタンク内の液体の漏れを検知する第2の漏れ検知とを行い、第2の漏れ検知において液位時間変化率の大きさが所定範囲内の時には第2の漏れ検知の結果を出力し且つ所定範囲の下限より小さい時には第1の漏れ検知の結果を出力し且つ所定範囲の上限を越える時には漏れに関する出力を停止するので、外部からタンク内への液体注入またはタンク内から外部への液体供給に伴う



急激な液位変化を除外して微量の漏れを正確に検知することが可能となり、更に必要且つ十分な漏れ量範囲の漏れを精度よく検知することができる。

[0033] 電圧発生回路としてパルス電圧発生回路を使用し、これによるヒータへの単一パルス電圧の印加に応じて漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差を積分することで測定細管内の液体の流量に対応する流量対応値を算出し、これに基づきタンク内の液体の漏れを検知するようにすれば、漏れ検知を長期にわたり継続して実施でき且つ消費電力低減が可能となる。従って、ヒータの電源として漏れ検知装置の構造部内に内蔵された電池を利用し、長期間にわたって電池交換することなく漏れ検知を実施することが可能になる。

[0034] 更に、本発明によれば、測定細管に沿って順に第1の温度センサ、ヒータ及び第2の温度センサを配置し、ヒータを発熱させて第1及び第2の温度センサにより感知される温度の差に対応する出力を生ぜしめる漏れ検知回路を用いて、測定細管の上端に接続され且つ測定細管より断面積が大きな測定管の上部に設けられた開閉弁を閉じた状態で、漏れ検知回路の出力を用いて算出される液体の流量に対応する流量対応値に基づきタンク内の液体の比重を検知し、これにより得られる比重値を用いて圧力センサによる液位の測定を行い、該液位の時間変化率の大きさに基づきタンク内液体の漏れを検知するので、タンク内液体の比重の如何に関わらず、圧力センサにより測定される液位の変動によりタンク内液体の漏れを検知する際の検知精度を高めることができる。

[0035] また、本発明によれば、開閉弁を開いた状態で漏れ検知回路出力を用いて算出される流量対応値に基づきタンク内液体の漏れを検知する微小漏れ検知と、圧力センサにより測定される液位の時間変化率の大きさに基づきタンク内の液体の漏れを検知する漏れ検知とを行い、この漏れ検知において液位時間変化率の大きさが所定範囲内の時にはこの漏れ検知の結果を出力し且つ所定範囲の下限より小さい時には微小漏れ検知の結果を出力し且つ所定範囲の上限を越える時には漏れに関する出力を停止するので、外部からタンク内への液体注入またはタンク内から外部への液体供給に伴う急激な液位変化を除外して微量の漏れを正確に検知することが可能となり、更に必要且つ十分な漏れ量範囲の漏れを精度よく検知することができる。

[0036] また、電圧発生回路としてパルス電圧発生回路を使用し、これによるヒータへの単一パルス電圧の印加に応じて漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差を積分することで測定細管内の液体の流量に対応する流量対応値を算出し、これに基づきタンク内の液体の漏れを検知するようにすれば、漏れ検知を長期にわたり継続して実施でき且つ消費電力低減が可能となる。従って、ヒータの電源として漏れ検知装置の構造部内に内蔵された電池を利用し、長期間にわたって電池交換することなく漏れ検知を実施することが可能になる。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0037] 以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

[0038] 図1は本発明によるタンク内液体の漏れ検知装置の一実施形態を説明するための一部破断斜視図であり、図2は本実施形態の漏れ検知装置の一部省略断面図である。

[0039] タンク1は、計量口5及びタンク内へ液体を注入する際に使用される注液口6が形成された天板2と、タンク内からタンク外へと液体を供給する際に使用される給液口7が形成された側板3と、底板4とを有する。図1に示されている様に、タンク1内には、液体(例えばガソリン、軽油または灯油その他であって、多数の有機化合物の混合組成物からなる可燃性液体)Lが収容されている。LSはその液面を示す。

[0040] 漏れ検知装置11は、タンク1の天板2に形成された計量口5を通して、一部がタンク1内へと挿入されており、全体として鉛直方向に配置されている。漏れ検知装置11は、液導入出部12、流量測定部13、液溜め部14、キャップ16及び回路収容部15を備えている。液導入出部12、流量測定部13及び液溜め部14はタンク1の内部に位置しており、液面LSは液溜め部14の高さ範囲内に位置する。流量測定部13及び液溜め部14は、これらにわたって鉛直方向に延びた鞘管17を含んで構成されている。

[0041] 流量測定部13では、図2に示すように、鞘管17内にセンサホルダ13aが配置されており、該センサホルダにより鉛直方向の測定細管13bが固定保持されている。測定細管13bには、第1の温度センサ133、ヒータ135及び第2の温度センサ134が上側からこの順に配置されて取り付けられている。ヒータ135は第1の温度センサ133及び第2の温度センサ134から等距離の位置に配置されている。センサホルダ13aは、

外側が鞘管17により覆われているので、第1の温度センサ133、ヒータ135及び第2の温度センサ134は、液体Lによる腐食から保護される。測定細管13bは、液溜め部14と液導入出部12との間での液体の流通経路として機能する。また、第1の温度センサ133、ヒータ135及び第2の温度センサ134により測定細管13b内の液体の流量を測定するためのセンサ部が構成される。

[0042] 液導入出部12では、図2に示されるように、フィルタカバー12bがフィルタ12aをセンサホルダ13aの下部に対して固定している。フィルタ12aは、タンク内の液体に浮遊または沈殿するスラッジなどの異物を除去して、液体のみを測定細管13bを介して液溜め部14へと導入する機能を有する。また、フィルタカバー12bの側壁には開口部が設けられており、タンク1内の液体Lは液導入出部12のフィルタ12aを介して測定細管13bへと導入される。

[0043] 液溜め部14は、流量測定部13の上方に位置しており、鞘管17により囲まれた空間Gを有し、この空間G内に測定細管13bから導入される液体を溜めるように構成されている。鞘管17の上部にはキャップ16が固定されており、該キャップには液溜め部14内と検知装置外のタンク内空間とを連通させる通気路16aが形成されている。キャップ16には回路収容部15が取り付けられており、該回路収容部には漏れ検知制御部15aが収容されている。上記鞘管17内にはセンサホルダ13aの上部とキャップ16とを接続するように延びたガイド管Pgが配置されており、流量測定部13の第1の温度センサ133、ヒータ135及び第2の温度センサ134と漏れ検知制御部15aとを接続する配線18がガイド管Pg内を通過して延びている。

[0044] 液溜め部14における鞘管17が本発明の測定管を構成する。測定細管13bの断面積は、鞘管17の断面積(但し、ガイド管Pgの断面積を除く)に対して十分小さく(例えば1/50以上、1/100以下、更には1/300倍以下)設定しておくことで、僅かな液体漏れの際の僅かな液位変化にも測定細管13b内に流量測定可能な液体流通を生ぜしめることができる。

[0045] 鞘管17、センサホルダ13a、フィルタカバー12b、キャップ16及びガイド管Pgは、タンク1を構成する素材に近似した熱膨張係数を有する金属からなるのが好ましく、鋳鉄又はステンレス鋼などのタンク1の素材と同一の金属からなるのがより好ましい。

[0046] 図3は、測定細管に対する第1の温度センサ133、ヒータ135及び第2の温度センサ134の取り付け部分の拡大斜視図であり、図4はその断面図である。ヒータ135は、測定細管13bの外面に接触して配置された熱伝達部材181と、該熱伝達部材181に電気絶縁性薄膜を介して積層された薄膜発熱体182とを有する。薄膜発熱体182は、所要のパターンに形成されており、それへの通電のための電極には配線182'が接続されている。熱伝達部材181は、例えば厚さ0.2mm、幅2mm程度の金属又は合金からなる。配線182'はフレキシブル配線基板等の配線基板24に形成された配線(図示せず)と接続されている。この配線が上記ガイド管Pg内の配線18に接続されている。熱伝達部材181、薄膜発熱体182及び配線182'は、配線基板24の一部及び測定細管13bの一部とともに合成樹脂からなる封止部材23により封止されている。尚、第1の温度センサ133及び第2の温度センサ134は、薄膜発熱体の代わりに薄膜感温体を使用することを除いて、ヒータ135と同様な構成を有する。

[0047] 以上の様な漏れ検知装置11をタンク1の計量口5に取り付けると、上記のようにタンク内液体Lの液面LSは、液溜め部14の高さ範囲内に位置する。従って、タンク内液体Lは、液導入出部12のフィルタ12aにより濾過された上で流量測定部13の測定細管13bを通して上昇し、液溜め部14の空間G内へと導入され、ついには液溜め部14内の液体の液面が漏れ検知装置外のタンク内液体の液面LSと同一の高さになる。そして、タンク内液体の液面LSが変動すると、これに追従して液溜め部14内の液体の液面も変動し、この液面変動即ち液位変化に伴い測定細管13b内で液体の流動が生ずる。

[0048] 図5は上記センサ部及び漏れ検知制御部の回路構成を示す図である。これら回路の電源としては、回路収容部15内に配置された不図示の電池を用いることができる。

[0049] ヒータ135の薄膜発熱体182はパルス電圧発生回路67に接続されており、該パルス電圧発生回路から適時単一パルス電圧が薄膜発熱体182に印加される。第1及び第2の温度センサ133、134を構成する薄膜感温体60、61は、漏れ検知回路71に接続されている。即ち、薄膜感温体60、61は、抵抗体62、63と共にブリッジ回路を構成する。該ブリッジ回路には電源電圧V1が供給され、そのa、b点の電位差に対応する電圧出力信号が差動増幅器65により得られる。この漏れ検知回路71の出力は

、温度センサ133, 134の薄膜感温体60, 61により感知される温度の差に対応しており、A/Dコンバータ66を介してCPU68に入力される。又、上記パルス電圧発生回路67は、CPU68からの指令により動作制御される。CPUには、クロック69及びメモリ70が接続されている。

[0050] 以下、本実施形態における漏れ検知動作即ちCPU68の動作につき説明する。

[0051] 図6は、パルス電圧発生回路67から薄膜発熱体182に印加される電圧Qと漏れ検知回路71の電圧出力Sとの関係を示すタイミング図である。CPU68からは、クロック69に基づき、幅 $t_1$ の単一パルス状電圧が所定の時間間隔 $t_2$ で印加される。この単一パルス状電圧は、例えば、パルス幅 $t_1$ が2〜10秒であり、パルス高 $V_h$ が1.5〜4Vである。これにより薄膜発熱体182で生じた熱は、測定細管13b及びその内部の液体を加熱し、周囲に伝達される。この加熱の影響は薄膜感温体60, 61に到達し、これら薄膜感温体の温度が変化する。ここで、測定細管13b内での液体の流量が零の場合には、対流による熱伝達の寄与を無視すれば、2つの感温体60, 61での温度変化は同等である。しかし、タンク内液体がタンクから漏れた時のようにタンク内液体の液面が低下した場合には、液溜め部14から測定細管13bを通じて液体が検知装置外のタンク内へと液体導入出部12から導出されるので、測定細管13b内の液体は上から下へと流動する。これにより、薄膜発熱体182からの熱は上側の温度センサ133の薄膜感温体60よりも下側の温度センサ134の薄膜感温体61の方へと多く伝達される。かくして、2つの薄膜感温体が検知する温度には差が生じて、これら薄膜感温体の抵抗値変化は互いに異なるものとなる。図6には、温度センサ133の薄膜感温体60に印加される電圧 $V_{T1}$ 及び温度センサ134の薄膜感温体61に印加される電圧 $V_{T2}$ の変化が示されている。かくして、差動増幅器の出力即ち漏れ検知回路71の電圧出力Sは、図6に示されるように、変化する。

[0052] 図7に、パルス電圧発生回路67から薄膜発熱体182に印加された電圧Qと漏れ検知回路71の電圧出力Sとの関係の具体例を示す。この例では、単一パルス状電圧はパルス高 $V_h$ が2Vでありパルス幅 $t_1$ が5秒であり、液位変化速度 $F$  [mm/h]を変化させて電圧出力 $S$  [F]を得た。

[0053] CPU68では、パルス電圧発生回路67によるヒータ135の薄膜発熱体182への単

一パルス電圧の印加に応じて、単一パルス電圧印加の開始後の所定時間 $t_3$ において、漏れ検知回路の電圧出力 $S$ とその当初値(即ち、単一パルス電圧印加開始時) $S_0$ との差( $S_0 - S$ )を積分する。この積分値 $\int (S_0 - S) dt$ は、図6で斜線を付した領域に相当し、測定細管13b内の液体の流量に対応する流量対応値である。得られた流量対応値に基づき、この流量対応値が所定範囲内にある場合にタンク1内の液体の漏れがあると判定し漏れ検知信号を発する。所定時間 $t_3$ は、例えば20〜150秒である。

[0054] 図8に、測定細管13b内の液体の流量 $F$ に対応する液位変化速度と上記積分値 $\int (S_0 - S) dt$ との関係の具体例を示す。この例では、積分値を得るための所定時間 $t_3$ を30秒とし、互いに異なる3つの温度での関係を得た。液位変化速度1.5mm/h以下の領域において、液位変化速度と積分値 $\int (S_0 - S) dt$ との間に温度によらず良好な直線的関係があることが分かる。尚、この例では液位変化速度1.5mm/h以下の領域で良好な直線的関係が示されたが、測定管断面積に対する測定細管断面積の比や測定細管の長さなどを適宜設定することで、液位変化速度20mm/h以下の領域で良好な直線的関係が得られるようにすることが可能である。

[0055] このような積分値 $\int (S_0 - S) dt$ と液位変化速度との代表的な関係は、予めメモリ70に検量線として記憶しておくことができる。従って、漏れ検知回路71の出力を用いて算出される流量対応値である積分値 $\int (S_0 - S) dt$ に基づき、メモリ70の記憶内容を参照して換算することにより、タンク内液体の漏れを液位変化速度として得ることができる。但し、或る値(例えば0.01mm/h)より小さな液位変化速度が得られた場合には、測定誤差範囲内であるとみなして、漏れなしと判定することができる。

[0056] 以上のような漏れ検知は、適宜の時間 $t_2$ の間隔をおいて繰り返し実行される。時間 $t_2$ は、例えば40秒〜5分(但し、上記積分時間 $t_3$ より長い時間)である。

[0057] ところで、タンク1内での液位変化は、注液口6からタンク内への液体の注入がなされる時あるいは給液口7から外部への液体供給がなされる時にも発生する。しかし、これらの場合のタンク1内の液位の上昇または下降の速度は、漏れの場合の液位変化速度よりかなり大きいのが一般的である。従って、これらの場合の積分値 $\int (S_0 - S) dt$ の大きさは漏れの場合より大きくなる。そこで、液体注入や液体供給の場合には

得られず且つ漏れのみがある時に得られる積分値  $\int (S_0 - S) dt$  の範囲 (例えば図8の場合では  $0 \sim 1.0$  [液位変化速度  $0.2 \sim 1.2 \text{ mm/h}$  に相当]) を予め設定し、これをメモリ70に記憶しておき、上記積分値  $\int (S_0 - S) dt$  に基づく漏れの有無の判定の基準とすることができる。尚、この例では液位変化速度  $0.2 \sim 1.2 \text{ mm/h}$  に相当する積分値  $\int (S_0 - S) dt$  の範囲を漏れの有無の判定基準としたが、測定管断面積に対する測定細管断面積の比や測定細管の長さなどを適宜設定することで、液位変化速度  $0.01 \sim 20 \text{ mm/h}$  の範囲内の適宜の領域に相当する積分値  $\int (S_0 - S) dt$  の範囲を漏れの有無の判定基準とすることが可能である。

[0058] 即ち、CPU68では流量対応値が所定範囲内の場合にのみ漏れありとの判定がなされ、その判定結果を示す漏れ検知信号がCPU68から出力される。この漏れ検知信号は、有線または無線により外部に連絡される。また、漏れ判定の結果は、メモリ70に記憶することができ、また回路收容部15に設けられた不図示の表示手段により適宜表示することができる。

[0059] 液位変化速度は漏れ量(単位時間あたりの漏れの量)と関係している。即ち、液位変化速度に当該液位でのタンク内部の水平断面積を乗じたものが液体の漏れ量に相当する。従って、予めタンクの形状(即ち高さ位置とタンク内部の水平断面積との関係)をメモリ70に記憶しておき、このメモリの記憶内容を参照して、上記のようにして検知された液位及び漏れ(液位変化速度)に基づき、タンク内液体の漏れ量を算出することができる。

[0060] 尚、タンクの形状が図1に示される縦型円筒形状などのようにタンク内部の水平断面積が高さによらず一定のものである場合には、液位変化速度と漏れ量とは単純な比例関係にあり、従って液位の値自体とは無関係に液位変化速度にタンク内部の水平断面積に応じた比例定数を乗ずることで容易に漏れ量を算出することができる。即ち、この場合には、上記の本発明装置により検知される漏れは漏れ量に基づくものと実質上同等である。

[0061] 図9は本発明によるタンク内液体の漏れ検知装置の他の一実施形態を説明するための一部省略断面図である。この図において、上記図2におけると同様の機能を有する部材または部分等には同一の符号が付されている。本実施形態の装置の一部

破断斜視図は、上記図1に示すものと同様である。また、本実施形態の装置の測定細管に対する第1の温度センサ、ヒータ及び第2の温度センサの取り付け部分の拡大斜視図及びその断面図は、それぞれ上記図3及び図4に示すものと同様である。

- [0062] 本実施形態において、流量測定部に13には、測定細管13bの下端の近傍においてセンサホルダ13aに取り付けられた圧力センサ137が設けられている。この圧力センサ137は、タンク内液体Lの液位を測定するためのものであり、例えばピエゾ素子やコンデンサタイプの圧力検知素子を利用することができ、液体の液位に対応した電気信号例えば電圧信号を出力する。
- [0063] 流量測定部13の第1の温度センサ133、ヒータ135及び第2の温度センサ134並びに圧力センサ137と漏れ検知制御部15aとを接続する配線18がガイド管Pg内を通過して延びている。
- [0064] 以上の様な漏れ検知装置11をタンク1の計量口5に取り付けると、上記のようにタンク内液体Lの液面LSは、液溜め部14の高さ範囲内に位置する。従って、圧力センサ137は液導入出部12のフィルタ12aにより濾過されたタンク内液体Lに浸漬され、また、タンク内液体Lは、流量測定部13の測定細管13bを通過して上昇し、液溜め部14の空間G内へと導入され、ついには液溜め部14内の液体の液面が漏れ検知装置外のタンク内液体の液面LSと同一の高さになる。そして、タンク内液体の液面LSが変動すると、これに追従して液溜め部14内の液体の液面も変動し、この液面変動即ち液位変化に伴い測定細管13b内で液体の流動が生ずる。
- [0065] 図10は上記流量センサ部、圧力センサ及び漏れ検知制御部の回路構成を示す図である。この図において、上記図5におけると同様の機能を有する部材または部分等には同一の符号が付されている。これらの回路の電源としては、回路収容部15内に配置された不図示の電池を用いることができる。
- [0066] ヒータ135の薄膜発熱体182は電圧発生回路67に接続されている。本実施形態では、電圧発生回路67としてパルス電圧発生回路が使用されている。該パルス電圧発生回路から適時単一パルス電圧が薄膜発熱体182に印加される。第1及び第2の温度センサ133, 134を構成する薄膜感温体60, 61は、漏れ検知回路71に接続されている。即ち、薄膜感温体60, 61は、抵抗体62, 63と共にブリッジ回路を構成する。



該ブリッジ回路には電源電圧V1が供給され、そのa, b点の電位差に対応する電圧出力信号が差動増幅器65により得られる。この漏れ検知回路71の出力は、温度センサ133, 134の薄膜感温体60, 61により感知される温度の差に対応しており、A/Dコンバータ66を介してCPU68に入力される。又、上記パルス電圧発生回路67は、CPU68からの指令により動作制御される。一方、圧力センサ137の出力はA/Dコンバータ73を介してCPU68に入力される。CPUには、クロック69及びメモリ70が接続されている。

[0067] 以下、本実施形態における漏れ検知動作即ちCPU68の動作につき説明する。

[0068] 本実施形態においても、上記図6の(パルス)電圧発生回路67から薄膜発熱体182に印加される電圧Qと漏れ検知回路71の電圧出力Sとの関係、上記図7の(パルス)電圧発生回路67から薄膜発熱体182に印加された電圧Qと漏れ検知回路71の電圧出力Sとの関係、及び、上記図8の測定細管13b内の液体の流量Fに対応する液位変化速度と積分値 $\int (S_0 - S) dt$ との関係に関する説明が当てはまる。流量対応値として積分値 $\int (S_0 - S) dt$ を用いる上記の漏れ検知が、本実施形態での第1の漏れ検知とされる。

[0069] 本実施形態では、液体の漏れに関する処理は、以下のように行う。

[0070] 即ち、CPU68では、圧力センサ137からA/Dコンバータ73を介して入力される液位対応出力Pを直ちに液位pに換算することができる。この液位pの値は圧力センサ137の高さを基準としたものであるが、タンク1の計量口5の高さと漏れ検知装置の該計量口への取り付け部分から圧力センサ137迄の距離とを勘案することでタンク自体に対する液位値に変換することができる。これらの液位検知の結果を示す液位検知信号がCPU68から出力される。

[0071] また、CPU68では、一定時間 $t_t$ 例えば2〜10秒毎に、液位pの値をメモリ70に記憶し、この記憶のたびに前回の記憶値との差分を算出し、これを液位の時間変化率 $p'$ の値としてメモリ70に記憶する。

[0072] 図11に、液位変化速度と液位対応出力Pの時間変化率 $P'$ との関係の具体例を示す。液位変化速度150mm/h以下の領域において、液位変化速度と液位対応出力の時間変化率 $P'$ との間に良好な直線的関係があり、従って液位変化速度と液位

時間変化率 $p'$ とが良好に対応することが分かる。尚、この例では液位変化速度150 mm/h以下の領域で良好な直線的関係が示されたが、更に液位変化速度200mm/hまでの領域で良好な直線的関係が得られるようにすることが可能である。

- [0073] 従って、圧力センサ137により測定される液位 $p$ の時間変化率 $p'$ の大きさとして、タンク内液体の漏れを得ることができる。
- [0074] この第2の漏れ検知は上記第1の漏れ検知に比べて広い液位変化速度範囲をカバーすることができる。一方、第1の漏れ検知は第2の漏れ検知に比べて微小な液位変化速度領域を高い精度で測定することができる。
- [0075] ところで、上記のように、タンク1内での液位変化は、注液口6からタンク内への液体の注入がなされる時あるいは給液口7から外部への液体供給がなされる時にも発生する。しかし、これらの場合のタンク1内の液位の上昇または下降の速度は、漏れの場合の液位変化速度または液位時間変化率よりかなり大きいのが一般的である。
- [0076] そこで、本実施形態においては、CPU68では、漏れに関して、以下のような処理を行う。
- [0077] (1) 第2の漏れ検知において液位時間変化率 $p'$ の大きさが所定範囲(例えば10〜100mm/h)内の時には、当該第2の漏れ検知の結果を漏れ検知信号として出力する。
- [0078] (2) 第2の漏れ検知において液位時間変化率 $p'$ の大きさが上記所定範囲の下限より小さい(例えば10mm/hより小さい)時には、第1の漏れ検知の結果を漏れ検知信号として出力する。
- [0079] (3) 第2の漏れ検知において液位時間変化率 $p'$ の大きさが上記所定範囲の上限を越える(例えば100mm/hより大きい)時には、漏れ以外の原因例えば液体注入あるいは液体供給によるものと判定し、漏れ検知信号を出力しない。
- [0080] 更に、本実施形態では、上記(3)の状態に至った場合即ち第2の漏れ検知において液位時間変化率 $p'$ の大きさが所定範囲の上限を越えた場合には、CPU68は、以後の所定時間 $t_m$ の間第1の漏れ検知を停止することができる。この漏れ検知停止の上記所定時間 $t_m$ は、上記外部からタンク内への液体注入あるいはタンク内から外部への液体供給の後の液面LSの静定時間より若干長い時間とするのが好ましく、例え

ば10〜60分とすることができる。とくに、この所定時間 $t_m$ 中、CPU68は、パルス電圧発生回路67及び漏れ検知回路71の動作を停止させることができる。これによれば、電力消費量が低減される。

- [0081] 液位変化速度または液位時間変化率は漏れ量(単位時間あたりの漏れの量)と関係している。即ち、液位変化速度または液位時間変化率に当該液位でのタンク内部の水平断面積を乗じたものが液体の漏れ量に相当する。従って、予めタンクの形状(即ち高さ位置とタンク内部の水平断面積との関係)をメモリ70に記憶しておき、このメモリの記憶内容を参照して、上記のようにして検知された液位及び漏れ(液位変化速度または液位時間変化率)に基づき、タンク内液体の漏れ量を算出することができる。
- [0082] 尚、タンクの形状が図1に示される縦型円筒形状などのようにタンク内部の水平断面積が高さによらず一定のものである場合には、液位変化速度または液位時間変化率と漏れ量とは単純な比例関係にあり、従って液位の値自体とは無関係に液位変化速度または液位時間変化率にタンク内部の水平断面積に応じた比例定数を乗ずることで容易に漏れ量を算出することができる。即ち、この場合には、上記の本発明装置により検知される漏れは漏れ量に基づくものと実質上同等である。
- [0083] 以上の実施形態では電圧発生回路67としてパルス電圧発生回路が用いられているが、本発明においては、電圧発生回路67としてヒータ135に一定の電圧(即ち一定の直流電圧)を印加する定電圧発生回路を用いることも可能である。以下、そのような実施形態につき説明する。
- [0084] 本実施形態では、上記図10の電圧発生回路67として使用される定電圧発生回路からヒータ135の薄膜発熱体182に対して直流定電圧 $Q$ が印加される。これにより、ヒータ135は一定の発熱状態を維持し、その熱の一部は熱伝達部材181を介して測定細管13b内の液体へと伝達され、これが液体加熱のための熱源として利用される。
- [0085] 測定細管13b内の液体が流通していない時、即ち測定細管13b内での液体の流量が零の場合には、対流による熱伝達の寄与を無視すれば、第1及び第2の温度センサ133, 134の検知温度は実質上同一である。しかし、測定細管13b内で液体流通が生ずると、ヒータ135による液体加熱の影響は上流側より下流側の方に強く発生

するので、第1及び第2の温度センサ133, 134の検知温度が互いに異なるようになる。第1及び第2の温度センサ133, 134の検知温度どうしの差に相当する電圧出力は流体流量に対応しているので、それを流量値出力とする。即ち、漏れ検知回路71のブリッジ回路のa, b点の電位が差動増幅回路65に入力される。予めブリッジ回路の抵抗体62, 63の抵抗値を適宜設定することで、差動増幅回路から第1及び第2の温度センサ133, 134の検知温度どうしの差に相当する電圧出力Sを得ることができる。

[0086] 以上のようにして、二定点温度差検知式流量測定がなされる。本発明でいう二定点温度差検知式流量測定は、ヒータの上流側及び下流側にそれぞれ配置された第1及び第2の温度センサにより検知される温度差(実際には検知温度差に対応して検知される電気的特性の差)に基づき流量対応値を得るものをいう。

[0087] 次に、本実施形態における漏れ検知動作即ちCPU68の動作につき説明する。本実施形態のCPU68の動作は、上記電圧発生回路67としてパルス電圧発生回路を用いた実施形態のものと、第1の漏れ検知の動作においてのみ相違し、他は同様である。

[0088] 即ち、CPU68では、電圧出力Sに基づき、内蔵する検量線を用いて対応する流量値への換算を行う。図12はSの換算のための検量線の一例を示すものである。図12に示されているように、流量値に対応する液位変化速度が例えば10mm/hより小さい領域では、液位変化速度と電圧出力Sとの間に良好な直線状の対応関係がある。従って、CPU68では、漏れに関して、上記電圧発生回路67としてパルス電圧発生回路を用いた実施形態のものと同様な処理を行うことができる。

[0089] 本実施形態は、上記電圧発生回路67としてパルス電圧発生回路を用いた実施形態のものに比べて、CPU68での第1の漏れ検知における流量対応値を得る演算が簡単になるという利点がある。

[0090] 図13は本発明によるタンク内液体の漏れ検知装置の更に別の一実施形態を説明するための一部省略断面図である。この図において、上記図2及び図9におけると同様の機能を有する部材または部分等には同一の符号が付されている。本実施形態の装置の一部破断斜視図は、上記図1に示すものと同様である。また、本実施形態

の装置の測定細管に対する第1の温度センサ、ヒータ及び第2の温度センサの取り付け部分の拡大斜視図及びその断面図は、それぞれ上記図3及び図4に示すものと同様である。

[0091] 本実施形態においては、空間G内の液体の温度を測定するための第3の温度センサ136が、センサホルダ13aに取り付けられている。

[0092] 鞘管17の上部にはキャップ16が固定されており、該キャップには液溜め部14内と検知装置外のタンク内空間とを連通させる通気路16aが形成されている。キャップ16には、通気路16aを開状態及び閉状態となすための開閉弁138が配置されている。該開閉弁の弁体138aは上下移動可能であり、最下位置では通気路16aが閉状態（開閉弁を開いた状態）とされ、それより上の位置では通気路16aが開状態（開閉弁を閉じた状態）とされる。キャップ16には回路収容部15が取り付けられており、該回路収容部には漏れ検知制御部15aが収容されている。上記鞘管17内にはセンサホルダ13aの上部とキャップ16とを接続するように延びたガイド管Pgが配置されており、流量測定部13の第1の温度センサ133、ヒータ135及び第2の温度センサ134並びに圧力センサ137及び第3の温度センサ136と漏れ検知制御部15aとを接続する配線18がガイド管Pg内を通過して延びている。尚、開閉弁138は漏れ検知制御部15aに接続されている。

[0093] 以上の様な漏れ検知装置11を、開閉弁138による通気路16aの開閉状態を開状態として、タンク1の計量口5に取り付けると、上記のようにタンク内液体Lの液面LSは、液溜め部14の高さ範囲内に位置する。従って、圧力センサ137は液導入出部12のフィルタ12aにより濾過されたタンク内液体Lに浸漬され、また、タンク内液体Lは、流量測定部13の測定細管13bを通過して上昇し、液溜め部14の空間G内へと導入され、ついには液溜め部14内の液体の液面が漏れ検知装置外のタンク内液体の液面LSと同一の高さになる。そして、タンク内液体の液面LSが変動すると、これに追従して液溜め部14内の液体の液面も変動し、この液面変動即ち液位変化に伴い測定細管13b内で液体の流動が生ずる。

[0094] 図14は上記流量センサ部、圧力センサ、第3の温度センサ、及び漏れ検知制御部の回路構成を示す図である。この図において、上記図5及び図10における同様の

機能を有する部材または部分等には同一の符号が付されている。これらの回路の電源としては、回路収容部15内に配置された不図示の電池を用いることができる。

[0095] 本実施形態においては、第3の温度センサ136の出力はCPU68に入力される。更に、開閉弁138はそのドライバ139に接続されており、該ドライバはCPU68からの指令により動作制御される。

[0096] 以下、本実施形態における漏れ検知動作即ちCPU68の動作につき説明する。本実施形態では、タンク内液体として灯油が使用されている。

[0097] 本実施形態においても、上記図6の(パルス)電圧発生回路67から薄膜発熱体182に印加される電圧Qと漏れ検知回路71の電圧出力Sとの関係、上記図7の(パルス)電圧発生回路67から薄膜発熱体182に印加された電圧Qと漏れ検知回路71の電圧出力Sとの関係、及び、上記図8の測定細管13b内の液体の流量Fに対応する液位変化速度と積分値 $\int (S_0 - S) dt$ との関係に関する説明が当てはまる。

[0098] ところで、積分値 $\int (S_0 - S) dt$ と液位変化速度との関係は、図8に示されるように厳密には液体の温度に応じて異なる。そこで、複数の温度毎に上記積分値 $\int (S_0 - S) dt$ と液位変化速度との関係を示す検量線をメモリ70に記憶しておき、第3の温度センサ136により測定される温度(実測温度)に基づき、メモリ70に記憶されている実測温度に最も近い温度の検量線を用いて、または複数の温度の検量線を用いた内挿または外挿により、積分値 $\int (S_0 - S) dt$ から液位変化速度への換算を行うようにすることができる。これによれば、より高い精度の漏れ検知が可能となる。

[0099] この漏れ検知(微小漏れ検知)は、適宜の時間 $t_2$ の間隔をおいて繰り返し実行される。時間 $t_2$ は、例えば40秒〜5分(但し、上記積分時間 $t_3$ より長い時間)である。

[0100] 更に、CPU68では、圧力センサ137からA/Dコンバータ73を介して入力される液位対応出力Pを直ちに液位 $p$ に換算することができる。この換算は、液体の比重 $\rho$ に関連しており、圧力センサ137により測定される圧力値をPとし、圧力センサ137の高さ位置を基準とした液位を $p$ とし、重力の加速度を $g$ として、  
式(1)

$$p = P / (\rho g) \cdots (1)$$

を用いて行うことができる。この液位 $p$ の値は圧力センサ137の高さを基準としたもの

であるが、タンク1の計量口5の高さと漏れ検知装置の該計量口への取り付け部分から圧力センサ137迄の距離とを勘案することでタンク自体に対する液位値に変換することができる。これらの液位検知の結果を示す液位検知信号がCPU68から出力される。

[0101] 液体の比重  $\rho$  は、次のようにして検知される。尚、この比重検知のフローを図15に示す。

[0102] 液体の比重検知は、タンク内に液体が補充のために注入される度に行われ、この液体注入の後に、液面が静定する適宜の時間をおいて、外部入力等によりスタートする。この時、流量センサ部のヒータ135に対し上記のパルス通電が開始される(既にパルス通電が実行されている場合には、それを継続する)。

[0103] そして、開閉弁138により通気路16aを閉状態となし(S1)、液面が静定する適宜の期間(例えば2〜5分間)静止させ(S2)た後に、上記のような積分値  $\int (S_0 - S) dt$  の測定を複数回(例えば5回)実施し(S3)、得られた複数の積分値  $\int (S_0 - S) dt$  の平均値を算出し(S4)、これにより得られた平均値から比重検量線を用いて比重  $\rho$  を算出する(S5)。比重検量線は予め比重の知られた種々の比重の同種液体(例えば灯油を含む燃料油)について同様に積分値  $\int (S_0 - S) dt$  の測定を行うことで得ることができ、これをメモリ70に記憶しておく。尚、S3において積分値  $\int (S_0 - S) dt$  の測定を1回のみ実施し、S4を省略し、S5において平均値として上記1回の測定により得られた値を使用してもよい。

[0104] 次に、以上のようにして得られた比重  $\rho$  が0.7以上且つ0.95以下の範囲内にあるか否かの判定を行う(S6)。この判定は、液体が燃料油であるか否かを判定するものであり、ここで  $0.7 \leq \rho \leq 0.95$  であると判定された場合には、液体が燃料油であるとして、この  $\rho$  の値を現在のタンク内液体の比重としてメモリ70に記憶する(S7)。

[0105] 一方、S6で  $0.7 \leq \rho \leq 0.95$  以外であると判定された場合には、S3〜S5が3サイクル連続して実行したかどうかを判定し(S8)、3サイクル連続して実行したと判定された場合には、液体が燃料油ではないと最終確認するエラー処理を行う(S9)。CPU68は、これに基づき、外部に対して適宜の警告信号を発することができる。一方、S8で3サイクル連続して実行していないと判定された場合には、S3以降を実行する。尚

、S8を省略して、S6から直ちにS9へと移行してもよい。

- [0106] 次に、S7またはS9の後に、開閉弁138により通気路16aを開状態となし(S10)、比重検知を終了する。
- [0107] また、CPU68では、一定時間 $t_t$ 例えば2〜10秒毎に、以上のようにして得られた液位 $p$ の値をメモリ70に記憶し、この記憶のたびに前回の記憶値との差分を算出し、これを液位の時間変化率 $p'$ の値としてメモリ70に記憶する。
- [0108] 本実施形態においても、上記図11の液位変化速度と液位対応出力 $P$ の時間変化率 $P'$ との関係に関する説明が当てはまる。
- [0109] ところで、上記液体の比重 $\rho$ は、厳密には液体の温度に応じて異なる。そこで、これに対応して、以上説明した比重検知の際には、次のような処理を行うことができる。
- [0110] 即ち、比重検量線として標準温度 $TR$ (例えば $15^{\circ}\text{C}$ )におけるもの(標準温度比重検量線)を使用する。この標準温度比重検量線の作成に際しては、液体温度 $TA$ で検出された比重が $\rho[TA]$ であったとして、これに基づき、標準温度 $TR$ での比重値 $\rho[TR]$ を式(2)
- $$\rho[TR] = \rho[TA] + 0.00071(TA - TR) \cdots (2)$$
- を用いて算出することができる。尚、この式(2)中の係数0.00071は、液体が燃料油である場合のものである。
- [0111] そして、被検知液体について上記図15を参照して説明した比重検知を行った際に、第3の温度センサ136により測定された温度が $TX$ で、標準温度比重検量線を使用して換算された比重値が $\rho[TX]$ であったとして、現在の温度 $TX$ での補正された比重値 $\rho'[TX]$ を式(3)
- $$\rho'[TX] = \rho[TX] - 0.00071(TX - TR) \cdots (3)$$
- を用いて算出することができる。尚、この式(3)中の係数0.00071は、液体が燃料油である場合のものである。
- [0112] 以上のようにして得られた補正された比重値 $\rho'[TX]$ を上記式(1)の比重値 $\rho$ として用いて液位への換算を行うことで、より高い精度の漏れ検知が可能となる。
- [0113] 以上のような圧力センサを用いた漏れ検知は上記微小漏れ検知に比べて広い液位変化速度範囲をカバーすることができる。一方、微小漏れ検知は圧力センサを用



いた漏れ検知に比べて微小な液位変化速度領域を高い精度で測定することができる。

[0114] ところで、タンク1内での液位変化は、注液口6からタンク内への液体の注入がなされる時あるいは給液口7から外部への液体供給がなされる時にも発生する。しかし、これらの場合のタンク1内の液位の上昇または下降の速度は、漏れの場合の液位変化速度または液位時間変化率よりかなり大きいのが一般的である。

[0115] そこで、CPU68では、漏れに関して、以下のような処理を行う。

[0116] (1) 圧力センサを用いた漏れ検知において液位時間変化率 $p'$ の大きさが所定範囲(例えば10〜100mm/h)内の時には、当該圧力センサを用いた漏れ検知の結果を漏れ検知信号として出力する。

[0117] (2) 圧力センサを用いた漏れ検知において液位時間変化率 $p'$ の大きさが上記所定範囲の下限より小さい(例えば10mm/hより小さい)時には、微小漏れ検知の結果を漏れ検知信号として出力する。

[0118] (3) 圧力センサを用いた漏れ検知において液位時間変化率 $p'$ の大きさが上記所定範囲の上限を越える(例えば100mm/hより大きい)時には、漏れ以外の原因例えば液体注入あるいは液体供給によるものと判定し、漏れ検知信号を出力しない。

[0119] 更に、本実施形態では、上記(3)の状態に至った場合即ち圧力センサを用いた漏れ検知において液位時間変化率 $p'$ の大きさが所定範囲の上限を越えた場合には、CPU68は、以後の所定時間 $t_m$ の間第1の漏れ検知を停止することができる。この漏れ検知停止の上記所定時間 $t_m$ は、上記外部からタンク内への液体注入あるいはタンク内から外部への液体供給の後の液面LSの静定時間より若干長い時間とするのが好ましく、例えば10〜60分とすることができる。とくに、この所定時間 $t_m$ 中、CPU68は、パルス電圧発生回路67及び漏れ検知回路71の動作を停止させることができる。これによれば、電力消費量が低減される。

[0120] 液位変化速度または液位時間変化率は漏れ量(単位時間あたりの漏れの量)と関係している。即ち、液位変化速度または液位時間変化率に当該液位でのタンク内部の水平断面積を乗じたものが液体の漏れ量に相当する。従って、予めタンクの形状(即ち高さ位置とタンク内部の水平断面積との関係)をメモリ70に記憶しておき、このメ

モリの記憶内容を参照して、上記のようにして検知された液位及び漏れ(液位変化速度または液位時間変化率)に基づき、タンク内液体の漏れ量を算出することができる。

- [0121] 尚、タンクの形状が図1に示される縦型円筒形状などのようにタンク内部の水平断面積が高さによらず一定のものである場合には、液位変化速度または液位時間変化率と漏れ量とは単純な比例関係にあり、従って液位の値自体とは無関係に液位変化速度または液位時間変化率にタンク内部の水平断面積に応じた比例定数を乗ずることで容易に漏れ量を算出することができる。即ち、この場合には、上記の本発明装置により検知される漏れは漏れ量に基づくものと実質上同等である。

#### 図面の簡単な説明

- [0122] [図1]本発明によるタンク内液体の漏れ検知装置の一実施形態を説明するための一部破断斜視図である。
- [図2]図1の実施形態の漏れ検知装置の一部省略断面図である。
- [図3]測定細管に対する第1の温度センサ、ヒータ及び第2の温度センサの取り付け部分の拡大斜視図である。
- [図4]図3の断面図である。
- [図5]センサ部及び漏れ検知制御部の回路構成を示す図である。
- [図6]薄膜発熱体に印加される電圧Qと漏れ検知回路の電圧出力Sとの関係を示すタイミング図である。
- [図7]薄膜発熱体に印加された電圧Qと漏れ検知回路の電圧出力Sとの関係の具体例を示す図である。
- [図8]液位変化速度と積分値 $\int (S_0 - S) dt$ との関係の具体例を示す図である。
- [図9]本発明によるタンク内液体の漏れ検知装置の一実施形態を説明するための一部省略断面図である。
- [図10]流量センサ部、圧力センサ及び漏れ検知制御部の回路構成を示す図である。
- [図11]液位変化速度と液位対応出力の時間変化率P'との関係の具体例を示す図である。
- [図12]漏れ検知回路の電圧出力Sの換算のための検量線の一例を示す図である。

[図13]本発明によるタンク内液体の漏れ検知装置の一実施形態を説明するための一部省略断面図である。

[図14]流量センサ部、圧力センサ及び漏れ検知制御部の回路構成を示す図である。

[図15]比重検知のフロー図である。

### 符号の説明

- [0123]    1   タンク  
          2   天板  
          3   側板  
          4   底板  
          5   計量口  
          6   注液口  
          7   給液口  
          L   液体  
          LS   液面  
          11   漏れ検知装置  
          12   液導入出部  
          12a   フィルタ  
          12b   フィルタカバー  
          13   流量測定部  
          13a   センサホルダ  
          13b   測定細管  
          133   第1の温度センサ  
          134   第2の温度センサ  
          135   ヒータ  
          136   第3の温度センサ  
          137   圧力センサ  
          138   開閉弁  
          138a   弁体

139 ドライバ  
14 液溜め部  
G 空間  
15 回路収容部  
15a 漏れ検知制御部  
16 キャップ  
16a 通気路  
17 鞘管  
Pg ガイド管  
18 配線  
181 熱伝達部材  
182 薄膜発熱体  
182' 配線  
23 封止部材  
24 配線基板  
60, 61 薄膜感温体  
62, 63 抵抗体  
65 差動増幅器  
66 A/Dコンバータ  
67 パルス電圧発生回路  
68 CPU  
69 クロック  
70 メモリ  
71 漏れ検知回路  
73 A/Dコンバータ

## 請求の範囲

- [1] タンク内の液体の漏れを検知する装置であつて、  
前記タンク内の液体が下端から導入出される測定細管と、  
該測定細管の上端に接続され且つ前記測定細管より断面積が大きな測定管と、  
前記測定細管に付設され、前記測定細管に沿って順に配置された第1の温度センサ、ヒータ及び第2の温度センサを含んでなる、前記測定細管内の液体の流量を測定するためのセンサ部と、  
該センサ部に接続された漏れ検知制御部とを備えており、  
該漏れ検知制御部は、前記ヒータに単一パルス電圧を印加するパルス電圧発生回路と、前記第1の温度センサ及び第2の温度センサに接続され且つこれら温度センサにより感知される温度の差に対応する出力を生ぜしめる漏れ検知回路とを有しており、  
前記パルス電圧発生回路による前記ヒータへの単一パルス電圧の印加に応じて前記漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差を積分することで前記液体の流量に対応する流量対応値を算出し、これに基づき前記タンク内の液体の漏れを検知することを特徴とする、タンク内液体の漏れ検知装置。
- [2] 前記単一パルス電圧はパルス幅が2〜10秒であり、前記流量対応値は前記漏れ検知回路の出力を20〜150秒にわたって積分したものであることを特徴とする、請求項1に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [3] 前記パルス電圧発生回路は前記単一パルス電圧を40秒〜5分但し前記漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差の積分時間より長い時間の間隔において前記ヒータに印加することを特徴とする、請求項2に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [4] 前記漏れ検知制御部は前記流量対応値が所定範囲内にある場合に漏れ検知信号を発することを特徴とする、請求項1に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [5] 前記測定管の上部に回路収容部が取り付けられており、該回路収容部内に前記漏れ検知制御部が配置されていることを特徴とする、請求項1に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [6] 前記第1の温度センサ及び第2の温度センサは何れも前記測定細管の外周と接触

する熱伝達部材とこれに接合された感温体とを備えており、前記ヒータは前記測定細管の外周と接触する熱伝達部材とこれに接合された発熱体とを備えていることを特徴とする、請求項1に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。

- [7] タンク内の液体の漏れを検知する装置であって、
- 前記タンク内の液体が下端から導入出される測定細管と、
- 該測定細管の上端に接続され且つ前記測定細管より断面積が大きな測定管と、
- 前記測定細管に付設され、前記測定細管に沿って順に配置された第1の温度センサ、ヒータ及び第2の温度センサを含んでなる、前記測定細管内の液体の流量を測定するための流量センサ部と、
- 前記液体の液位を測定するための圧力センサと、
- 前記流量センサ部及び圧力センサに接続された漏れ検知制御部とを備えており、
- 該漏れ検知制御部は、前記ヒータに電圧を印加する電圧発生回路と、前記第1の温度センサ及び第2の温度センサに接続され且つこれら温度センサにより感知される温度の差に対応する出力を生ぜしめる漏れ検知回路とを有しており、前記漏れ検知回路の出力を用いて算出される前記液体の流量に対応する流量対応値に基づき前記タンク内の液体の漏れを検知する第1の漏れ検知と前記圧力センサにより測定される液位の時間変化率の大きさに基づき前記タンク内の液体の漏れを検知する第2の漏れ検知とを行い、該第2の漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが所定範囲内の時には当該第2の漏れ検知の結果を出力し、前記第2の漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の下限より小さい時には前記第1の漏れ検知の結果を出力し、前記第2の漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の上限を越える時には漏れに関する出力を停止することを特徴とする、タンク内液体の漏れ検知装置。
- [8] 前記漏れ検知制御部は、前記第2の漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の上限を越える時には、所定時間、前記第1の漏れ検知を停止することを特徴とする、請求項7に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [9] 前記漏れ検知制御部は、前記第2の漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の上限を越える時には、前記所定時間、前記電圧発生回路及

び漏れ検知回路の動作を停止させることを特徴とする、請求項8に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。

- [10] 前記電圧発生回路は前記ヒータに単一パルス電圧を印加するパルス電圧発生回路であり、前記漏れ検知制御部は、前記パルス電圧発生回路による前記ヒータへの単一パルス電圧の印加に応じて前記漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差を積分することで前記液体の流量に対応する流量対応値を算出し、これに基づき前記タンク内の液体の漏れを検知することを特徴とする、請求項7に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [11] 前記単一パルス電圧はパルス幅が2〜10秒であり、前記流量対応値は前記漏れ検知回路の出力を20〜150秒にわたって積分したものであることを特徴とする、請求項10に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [12] 前記パルス電圧発生回路は前記単一パルス電圧を40秒〜5分但し前記漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差の積分時間より長い時間の間隔において前記ヒータに印加することを特徴とする、請求項11に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [13] 前記電圧発生回路は前記ヒータに一定の電圧を印加する定電圧発生回路であることを特徴とする、請求項7に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [14] 前記漏れ検知制御部は前記液位の時間変化率を2〜10秒毎に算出することを特徴とする、請求項7に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [15] 前記測定管の上部に回路収容部が取り付けられており、該回路収容部内に前記漏れ検知制御部が配置されていることを特徴とする、請求項7に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [16] 前記圧力センサは前記測定細管の下端の近傍に配置されていることを特徴とする、請求項7に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [17] 前記第1の温度センサ及び第2の温度センサは何れも前記測定細管の外面と接触する熱伝達部材とこれに接合された感温体とを備えており、前記ヒータは前記測定細管の外面と接触する熱伝達部材とこれに接合された発熱体とを備えていることを特徴とする、請求項7に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。

- [18] タンク内の液体の漏れを検知する装置であって、  
前記タンク内の液体が下端から導入出される測定細管と、  
該測定細管の上端に接続され且つ前記測定細管より断面積が大きな測定管と、  
前記測定細管に付設され、前記測定細管に沿って順に配置された第1の温度センサ、ヒータ及び第2の温度センサを含んでなる、前記測定細管内の液体の流量を測定するための流量センサ部と、  
前記液体の液位を測定するための圧力センサと、  
前記流量センサ部及び圧力センサに接続された漏れ検知制御部とを備えており、  
該漏れ検知制御部は、前記ヒータに電圧を印加する電圧発生回路と、前記第1の温度センサ及び第2の温度センサに接続され且つこれら温度センサにより感知される温度の差に対応する出力を生ぜしめる漏れ検知回路と、前記測定管の上部に設けられた開閉弁とを有しており、前記開閉弁を閉じた状態で前記漏れ検知回路の出力を用いて算出される前記液体の流量に対応する流量対応値に基づき前記タンク内の液体の比重を検知し、これにより得られる比重値を用いて前記圧力センサによる前記液位の測定を行い、該液位の時間変化率の大きさに基づき前記タンク内の液体の漏れを検知することを特徴とする、タンク内液体の漏れ検知装置。
- [19] 前記漏れ検知制御部は、前記液体の比重を複数回検知し、これにより得られる複数の値の平均値を前記比重値として用いて前記液位の測定を行うことを特徴とする、請求項18に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [20] 前記漏れ検知制御部は、前記比重値が所定の液種につき予め定められた特定の範囲内にある場合にのみ、得られた前記比重値を前記液位の測定に利用し、前記比重値が前記特定の範囲外にある場合にはエラー処理することを特徴とする、請求項18に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [21] 前記タンク内液体の漏れ検知装置は更に前記液体の温度を測定するための第3の温度センサを備えており、前記漏れ検知制御部は、更に前記第3の温度センサに接続されており、前記比重検知において標準温度比重検量線を用いて比重値を得、この比重値を前記第3の温度センサにより測定される前記液体の実際の温度での比重値に換算し、この換算された比重値を前記液位の測定に用いることを特徴とする、請

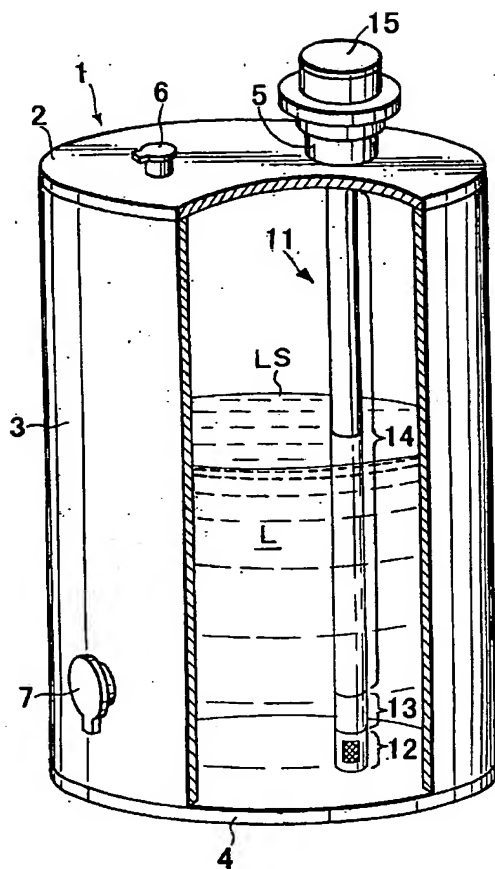


求項18に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。

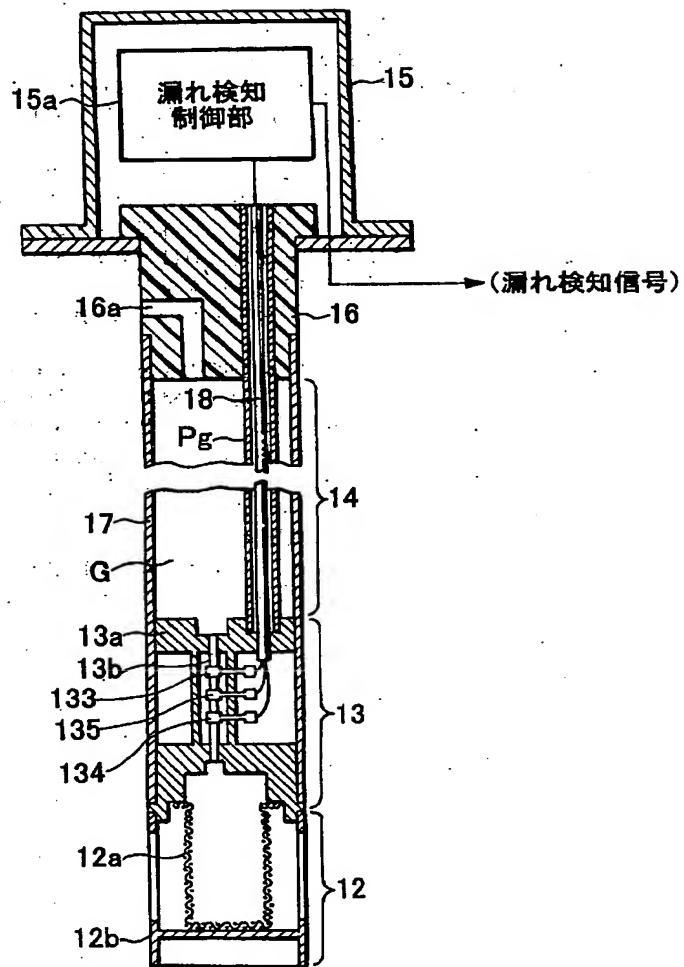
- [22] 前記漏れ検知制御部は、更に、前記開閉弁を開いた状態で前記漏れ検知回路の出力を用いて算出される前記液体の流量に対応する流量対応値に基づき前記タンク内の液体の漏れを検知する微小漏れ検知を行い、前記漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが所定範囲内の時には当該漏れ検知の結果を出力し、前記漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の下限より小さい時には前記微小漏れ検知の結果を出力し、前記漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の上限を越える時には漏れに関する出力を停止することを特徴とする、請求項18に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [23] 前記漏れ検知制御部は、前記漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の上限を越える時には、所定時間、前記微小漏れ検知を停止することを特徴とする、請求項22に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [24] 前記漏れ検知制御部は、前記漏れ検知において前記液位の時間変化率の大きさが前記所定範囲の上限を越える時には、前記所定時間、前記電圧発生回路及び漏れ検知回路の動作を停止させることを特徴とする、請求項23に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [25] 前記電圧発生回路は前記ヒータに単一パルス電圧を印加するパルス電圧発生回路であり、前記漏れ検知制御部は、前記パルス電圧発生回路による前記ヒータへの単一パルス電圧の印加に応じて前記漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差を積分することで前記液体の流量に対応する流量対応値を算出することを特徴とする、請求項18に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [26] 前記単一パルス電圧はパルス幅が2〜10秒であり、前記流量対応値は前記漏れ検知回路の出力を20〜150秒にわたって積分したものであることを特徴とする、請求項25に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [27] 前記パルス電圧発生回路は前記単一パルス電圧を40秒〜5分但し前記漏れ検知回路の出力と当該出力の当初値との差の積分時間より長い時間の間隔において前記ヒータに印加することを特徴とする、請求項26に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。

- [28] 前記漏れ検知制御部は前記液位の時間変化率を2〜10秒毎に算出することを特徴とする、請求項18に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [29] 前記測定管の上部に回路収容部が取り付けられており、該回路収容部内に前記漏れ検知制御部が配置されていることを特徴とする、請求項18に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [30] 前記圧力センサは前記測定細管の下端の近傍に配置されていることを特徴とする、請求項18に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。
- [31] 前記第1の温度センサ及び第2の温度センサは何れも前記測定細管の外面と接触する熱伝達部材とこれに接合された感温体とを備えており、前記ヒータは前記測定細管の外面と接触する熱伝達部材とこれに接合された発熱体とを備えていることを特徴とする、請求項18に記載のタンク内液体の漏れ検知装置。

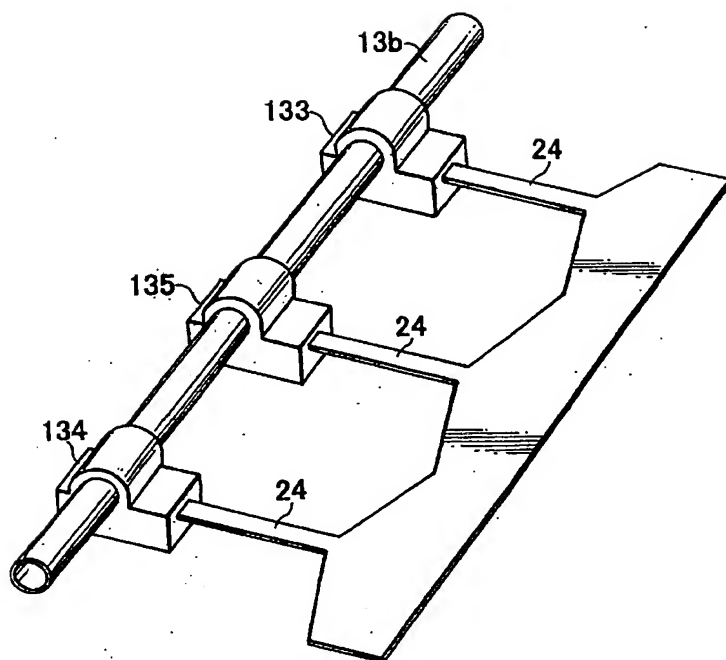
[図1]



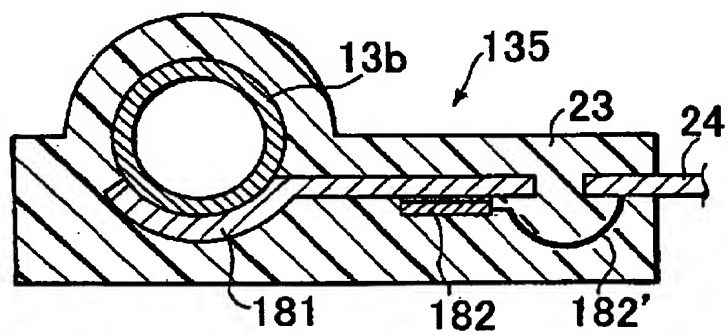
[図2]



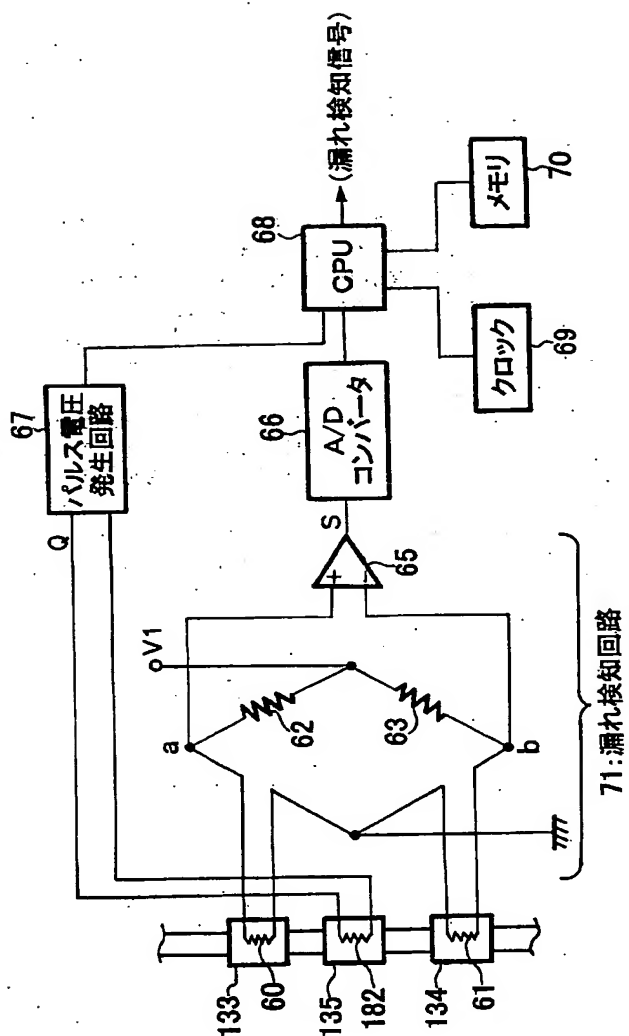
[図3]



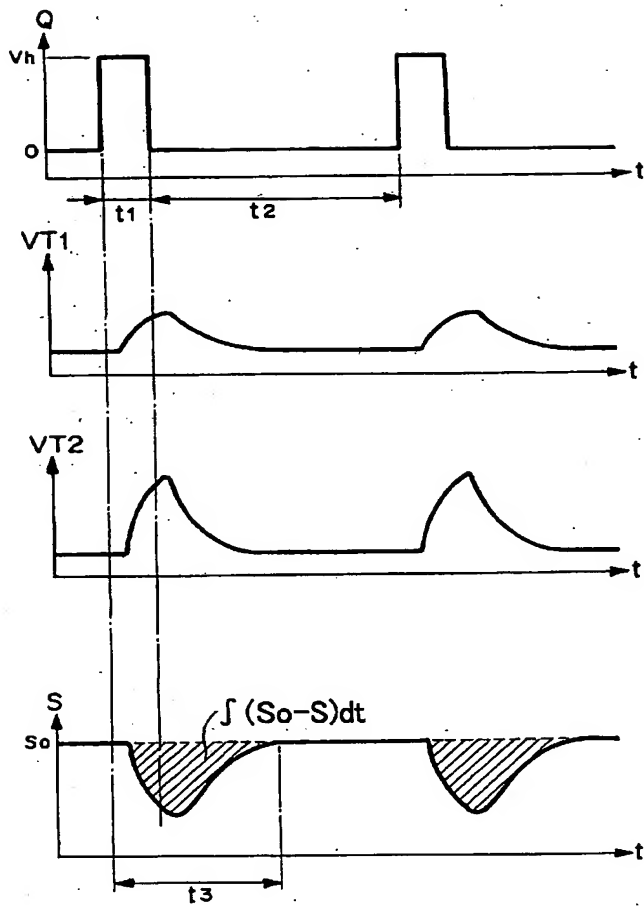
[図4]



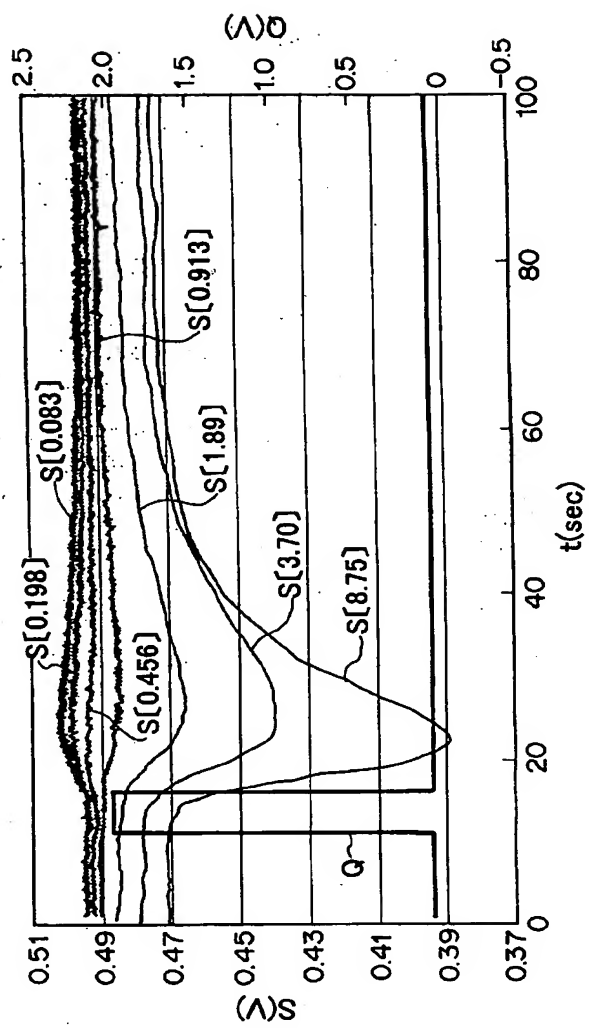
[図5]



[図6]

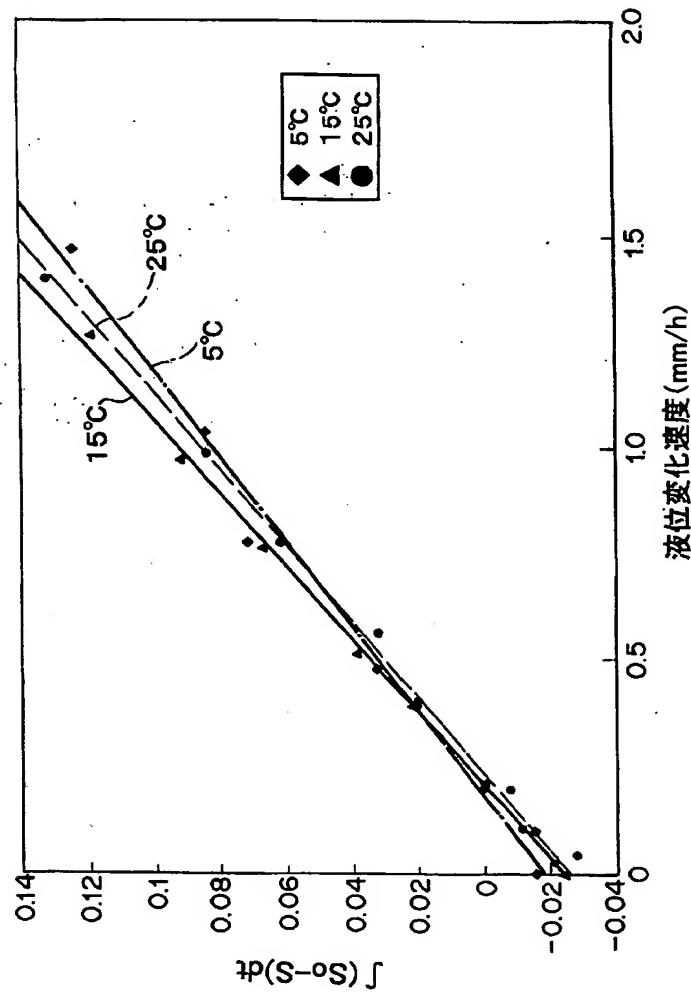


[図7]

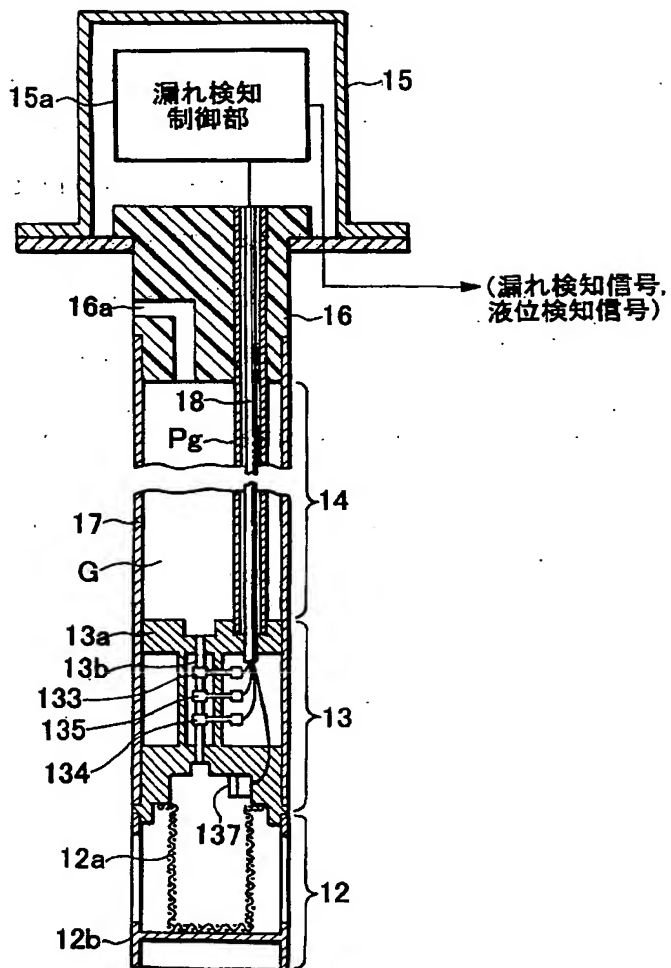




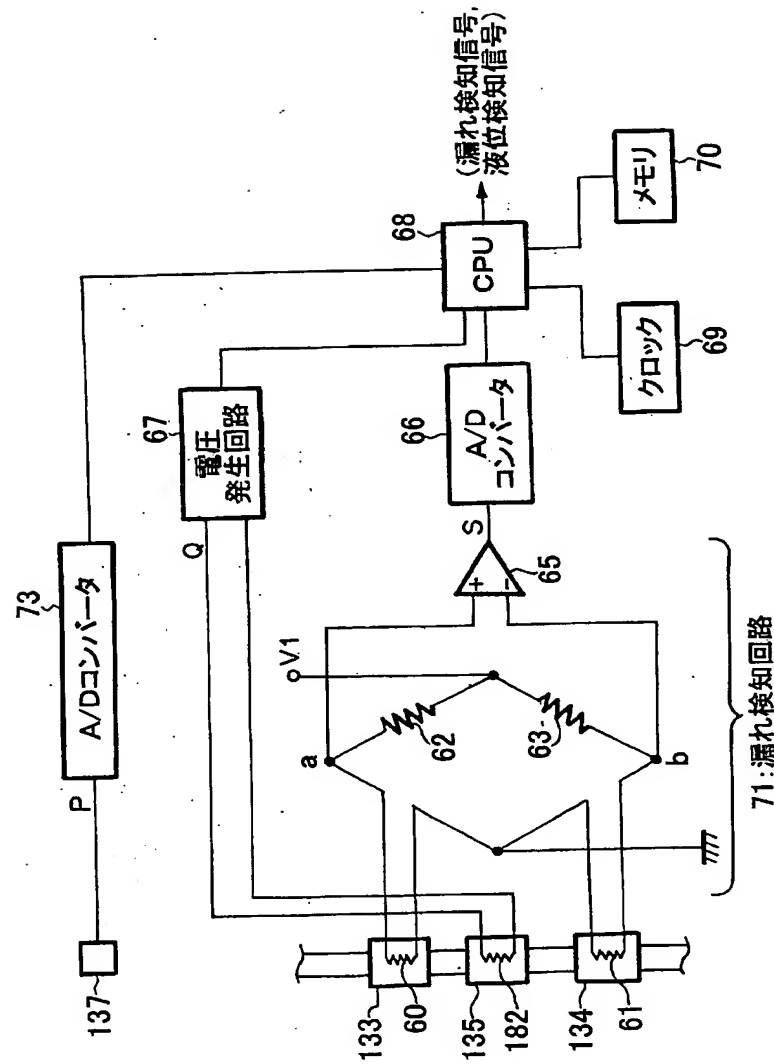
[図8]



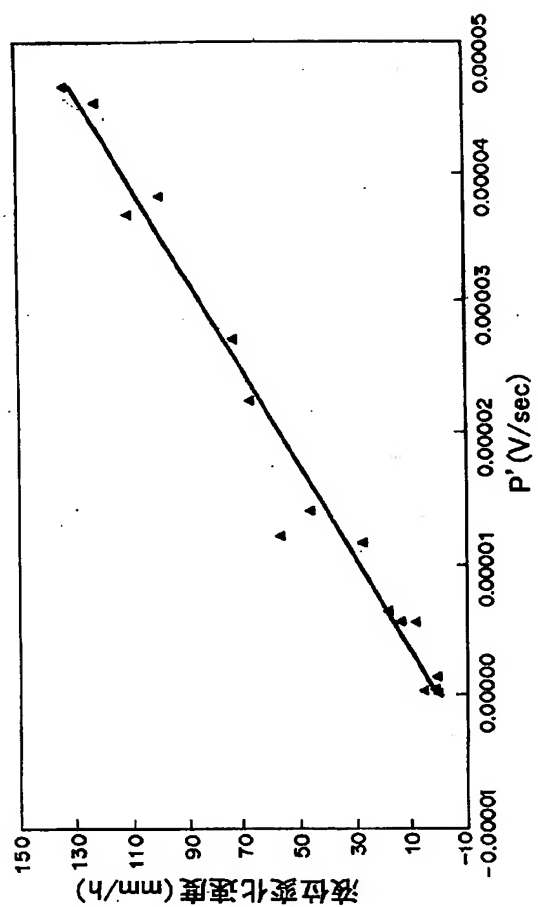
[図9]



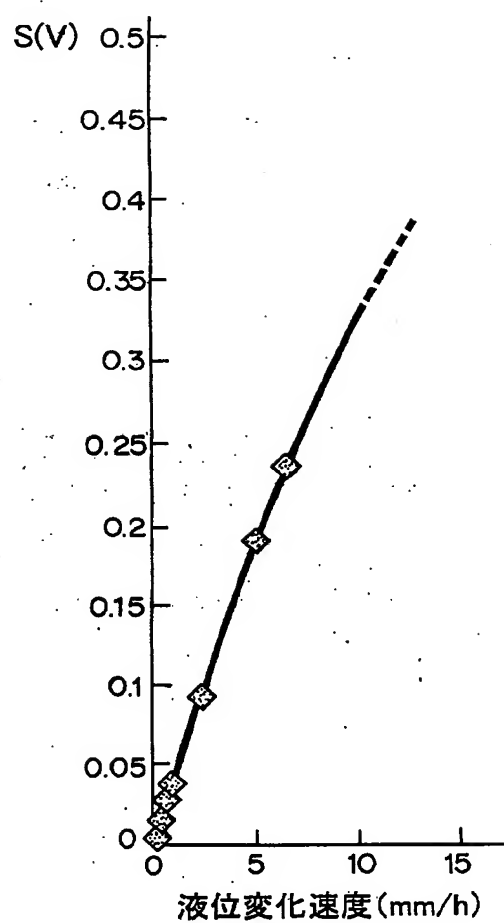
[図10]



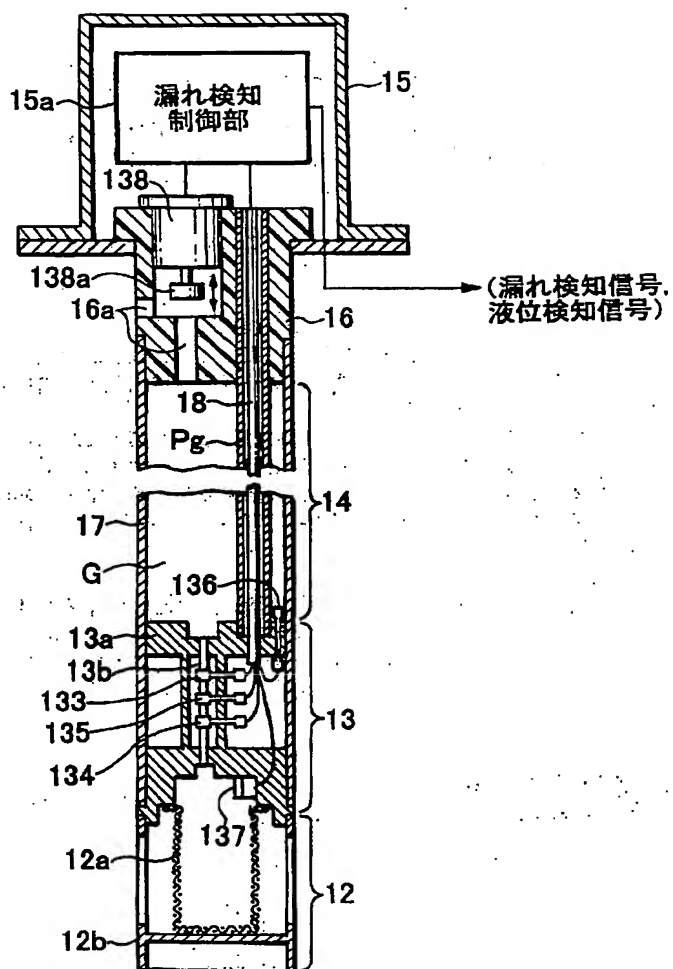
[図11]



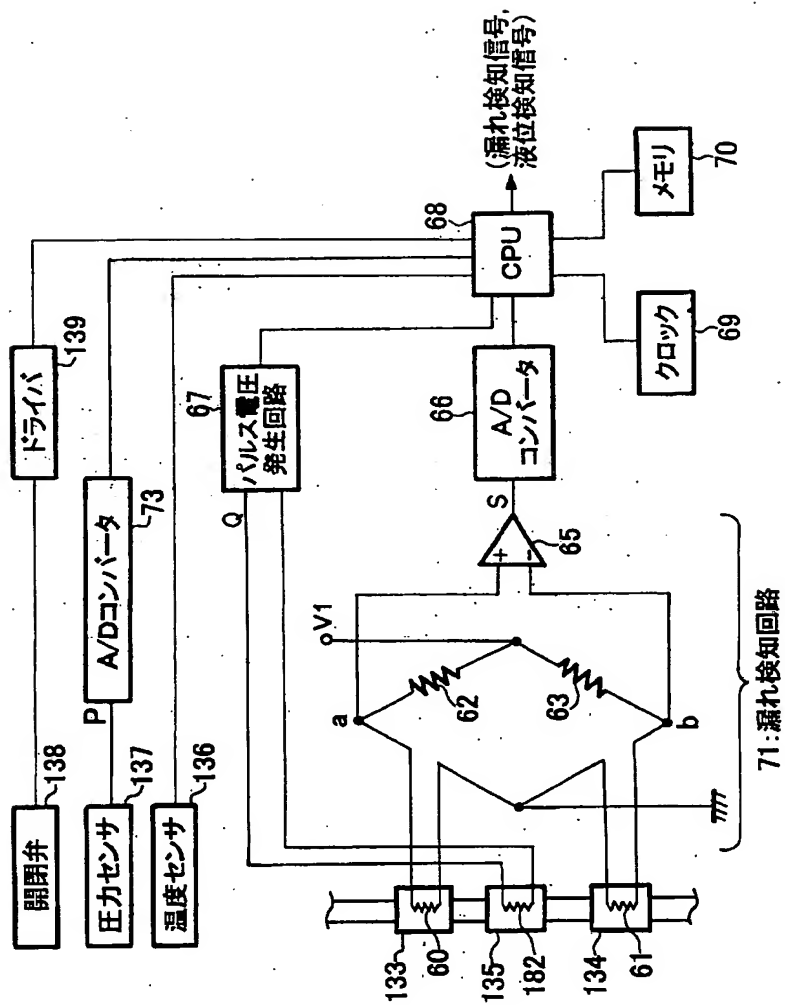
[図12]



[図13]



[図14]



[図15]

